

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 8 月 2 8 日

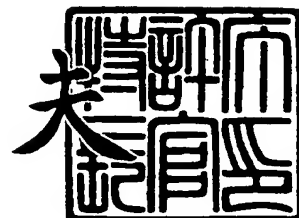
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 0 3 8 5 1  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 3 0 3 8 5 1 ]

出 願 人  
Applicant(s): 横河電機株式会社

2 0 0 4 年 2 月 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 03A0107  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 21/36  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社内  
    【氏名】 景 虹之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社内  
    【氏名】 御厨 健太  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006507  
    【氏名又は名称】 横河電機株式会社  
    【代表者】 内田 勲  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 005326  
    【納付金額】 21,000円  
【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 4 年度新エネルギー・産業技術総合開発機構再委託研究、産業活力再生特別措置法第 3 0 条の適用を受けるもの）  
  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、前記ビデオ信号を画像データに変換する画像処理装置と、顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を発生する制御手段を備え、試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システムであって、

前記制御手段は、前記ビデオ信号の垂直同期信号周期内で前記走査波形信号を少なくとも 1 回発生することを特徴とする 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

**【請求項 2】**

前記走査波形信号は、二等辺三角状波であることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

**【請求項 3】**

前記走査波形信号の周期は、前記垂直同期信号周期の整数分の 1 倍であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

**【請求項 4】**

前記走査波形は、波形の折返し点が S 字制御により生成された波形であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

**【請求項 5】**

試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、前記ビデオ信号を画像データに変換する画像処理装置と、顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を発生する制御手段を備え、試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システムであって、

前記制御手段は、前記走査波形信号として前記ビデオ信号の垂直同期信号周期の整数倍の周期の二等辺三角状波を発生し、

前記画像処理手段は、取得したスライス画像を積算または平均化することを特徴とする 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】3次元共焦点レーザ顕微鏡システム

## 【技術分野】

【0001】

本発明は、3次元共焦点レーザ顕微鏡システムに関し、詳しくは、試料の3次元形状を超深度画像として観察するための改良に関するものである。

## 【背景技術】

【0002】

共焦点顕微鏡は、試料を薄片にすることなくスライス画像が得られ、そのスライス画像から試料の正確な3次元立体像を構築できるので、生物やバイオテクノロジーなどの分野における生きた細胞の生理反応観察や形態観察あるいは半導体市場におけるLSIの表面観察などに使用されている（例えば、特許文献1参照）。

このような、試料の観察では、試料に対して全体に焦点の合った超深度画像（または、全焦点画像とも呼ぶ）が必要とされる場合がある。このため、試料の各焦点位置でのスライス画像を複数枚得た後、画像処理で合成して超深度画像を得る。（例えば非特許文献1参照）

【0003】

【特許文献1】特開2002-72102号公報

【非特許文献1】「超深度カラー3D形状測定顕微鏡VK-9500」、カタログ、株式会社キーエンス、[平成15年8月14日検索]、インターネット<URL: <http://www.keyence.co.jp/microscope/product/VK9500/index.html>>

【0004】

図4は特許文献1に記載の共焦点顕微鏡の構成図である。ビデオレートカメラ1、共焦点スキャナ2、顕微鏡3、アクチュエータ4および対物レンズ5は、同じ光軸上に配置されている。共焦点スキャナ2は、多数のピンホールを持つニポウディスクと、それに対応するマイクロレンズアレイを有するもので、シンプルな光学系から成るニポウディスク方式を採用したコンパクトなアドオンタイプである。

【0005】

この共焦点スキャナ2は顕微鏡3のカメラポートに取り付けられる。共焦点顕微鏡は、レーザ光を使用して、対物レンズ5、アクチュエータ4および顕微鏡3を経由して、試料の像を共焦点スキャナ2に入力する。共焦点スキャナ2は、試料の共焦点画像を得て、ビデオレートカメラ1に入力する。

【0006】

図5は、図4の共焦点顕微鏡が取り扱う各種信号のタイムチャートである。ビデオレートカメラ1は、共焦点画像をビデオ信号101に変換し、共焦点スキャナ2、同期インターフェイスボックス9の信号入力端子および画像処理装置6の画像入力端子にビデオ信号101を入力する。共焦点スキャナ2は、ビデオ信号101に同期して、ニポウディスクの回転同期制御を行う。

【0007】

画像処理装置6にビデオテープデッキを採用する場合、ビデオテープデッキは、画像入力端子から入力されるビデオ信号101と、音声入力端子から入力される開始信号103を長時間用のビデオテープに同時に記録する。ビデオテープには、リアルタイムに変化する共焦点画像と対物レンズ5の焦点位置の走査開始のタイミングが同時に記録される。

【0008】

同期インターフェイスボックス9は、ビデオ信号101の偶数側パルス列または奇数側パルス列の何れか一方を抽出し、内部A信号を作成する。任意波形発生器7は、Hレベルのパルス信号であるトリガ信号102を発生し、同期インターフェイスボックス9のトリガ入力端子に入力して、焦点面の走査の開始タイミングに利用する。

【0009】

同期インターフェイスボックス9は、トリガ信号102の立下りに同期して、内部B信

号を作成する。内部B信号は、Hレベルのパルス幅時間が35 msec程度であり、ビデオレートカメラ1のビデオレートの時間に比して若干長いパルス信号である。同期インターフェイスボックス9は、内部A信号の反転信号と内部B信号とを論理積演算することにより、開始信号103を発生し、画像処理装置6および任意波形発生器7の同期入力端子に入力する。

#### 【0010】

画像処理装置6は、同期入力端子からの開始信号103の立上りに同期して、ビデオ信号101を画像データに変換し記録するキャプチャを開始する。同期インターフェイスボックス9は、信号入力端子からのビデオ信号101に基づいて、共焦点スキャナ2によるニポウディスクの回転同期制御、画像処理装置6によるビデオ信号の取得の開始タイミング、および光学制御系による対物レンズの焦点位置の走査開始のタイミングを全て同期させる。

#### 【0011】

任意波形発生器7は、開始信号103の立上りに同期して、光学制御系による対物レンズ5の焦点位置の走査を開始する。任意波形発生器7は、走査信号104を発生し、コントローラ8に入力する。走査信号104は、LレベルからHレベルまで一定時間で直線的に増加するノコギリ波状の信号である。コントローラ8は、走査信号104をアクチュエータ4に入力する。アクチュエータ信号105は実際のアクチュエータの位置信号であり、伸びきってから一気に原点に戻ったあとにオーバーシュートがあり、この間は不感帯となる。

#### 【0012】

アクチュエータ4は、顕微鏡3の対物レンズレボルバーと対物レンズ5との間に取り付けられ、ピエゾ駆動により走査信号104のレベルに比例して画像の焦点方向の長さが変化し、対物レンズ5の焦点位置を制御する。共焦点顕微鏡は、走査信号104に基づいて、焦点面を走査することにより、試料のスライス画像を取得する。

#### 【0013】

このような構成によれば、ニポウディスクの回転同期制御、画像処理装置によるビデオ信号の取得の開始タイミングおよび光学制御系によるレンズの焦点位置の走査開始のタイミングが、すべてビデオ信号に同期することにより、共焦点画像の位置精度が向上し、複数のスライス画像を取得する際に個々の取得時間のバラツキがなくなるので、信頼性の高いスライス画像が得られる。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0014】

しかしながら、従来の3次元共焦点レーザ顕微鏡システムにおいて超深度画像を得ようとする、非特許文献1に記載されたように、上述のアクチュエータなどのレンズ移動機構によりZ軸方向に対物レンズを移動させ、それぞれの焦点位置で得られたスライス画像を全て取得してから重ね合わせるにより超深度画像を作製することになる。このため、リアルタイム性に欠けるという問題があった。

#### 【0015】

本発明は、このような従来の共焦点顕微鏡システムが有していた問題を解決しようとするものであり、対物レンズを高速に走査することによって、リアルタイムで試料の超深度画像を得ることのできる3次元共焦点レーザ顕微鏡システムを実現することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0016】

本発明は次の通りの構成になった3次元共焦点レーザ顕微鏡システムである。

(1) 試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、前記ビデオレート信号を画像データに変換する画像処理装置と、顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエ

ータと、このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を発生する制御手段を備え、試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した3次元共焦点レーザ顕微鏡システムであって、

前記制御手段は、前記ビデオ信号の垂直同期信号周期内で前記走査波形信号を少なくとも1回発生することを特徴とする3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

【0017】

(2) 前記走査波形信号は、二等辺三角状波であることを特徴とする(1)に記載の3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

【0018】

(3) 前記走査波形信号の周期は、前記垂直同期信号周期の整数分の1倍であることを特徴とする(1)または(2)に記載の3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

【0019】

(4) 前記走査波形は、波形の折返し点がS字制御により生成された波形であることを特徴とする(1)乃至(3)のいずれかに記載の3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

(5) 試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、前記ビデオレート信号を画像データに変換する画像処理装置と、顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を発生する制御手段を備え、試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した3次元共焦点レーザ顕微鏡システムであって、

前記制御手段は、前記走査波形信号として前記ビデオ信号の垂直同期信号周期の整数倍の周期の二等辺三角状波を発生し、

前記画像処理手段は、取得したスライス画像を積算または平均化することを特徴とする3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、以下のような効果がある。

【0021】

請求項1及び請求項3に記載の発明によれば、対物レンズをビデオ信号の垂直同期信号周期内にアクチュエータを駆動する走査波形が少なくとも1つ存在することにより、カメラの撮像スピードよりも対物レンズを高速に走査しリアルタイムで試料の超深度画像を得られる3次元共焦点レーザ顕微鏡システムを実現することができる。

【0022】

請求項2記載の発明によれば、二等辺三角状波でアクチュエータを駆動することにより、変位が時間的に線形となるため、試料の断面によって露光時間が均一になり、結果として得られる超深度画像の明るさ情報が正確となる。

【0023】

請求項4に記載の発明によれば、二等辺三角状波の折返し点において、S字制御を行うことにより、加速度の値が一定に制限され、アクチュエータや顕微鏡筐体の振動を抑えることができる。

【0024】

請求項5に記載の発明によれば、アクチュエータを操作する二等辺三角状波の周期をビデオの垂直同期信号周期の整数倍にすることにより、アクチュエータの1走査の間に各焦点位置に対するスライス画像を得るようにしている。これら複数枚のスライス画像を積算または平均化すると超深度画像が得られる。つまり、試料の断面の明るさ情報が均一であるため、積算または平均化されていく画像をリアルタイムに観察することができる。これは、主として暗い(反射率の低い)試料を観察する場合に有効である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下図面を用いて本発明を詳細に説明する。図1は本発明に係る3次元共焦点レーザ顕

微鏡システムの一実施例を示す構成図である。なお、図1において図4と同等部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

#### 【0026】

図1において、10は信号制御器、11は波形計算装置、12はアクチュエータドライバ、20は試料である。

信号制御器10は、ビデオレートカメラ（以下単にカメラという）1から出力されるビデオ信号を受けて、そのビデオ信号をそのまま出力すると共に、ビデオ信号から垂直同期信号を抽出しこれを基に各種のトリガ信号を生成する。

任意波形発生器7aは、信号制御器10からの走査波形発生トリガ信号を受信すると、あらかじめ波形計算装置11から送られ記憶した二等辺三角状波を発生して、アクチュエータドライバ12へ送る。

#### 【0027】

波形計算装置11は、試料20を観察する際の対物レンズ5の走査周期と光軸方向の走査距離から、二等辺三角状波を計算によって求め、それを走査波形として任意波形発生器7aに出力する。

アクチュエータドライバ12は、任意波形発生器7aから出力される走査波形信号に基づいて、アクチュエータ4を駆動するための駆動信号を発生する。

なお、ここでは、波形計算装置11、任意波形発生器7a、アクチュエータドライバ12、信号制御器10から構成される部分を制御手段と呼ぶ。

#### 【0028】

このような構成の動作を、図2に示す各信号のタイムチャートを参照して次に説明する。カメラ1から制御信号器10に図2の(a)に示すビデオ信号（垂直同期信号が含まれる）が送られると、信号制御器10では、そのビデオ信号をそのまま画像処理装置6へ送ると同時に、ビデオ信号から垂直同期信号を抽出して、共焦点スキャナ2へ同期信号を送ると共に、各種トリガ信号すなわち走査波形発生トリガ信号[図2の(c)]、画像取込トリガ信号[図2の(e)]を生成する。

#### 【0029】

信号制御器10では、図2(b)に示す画像取込スタート信号を受信すると、画像取込スタート信号がLOWになった後の最初の垂直同期信号を走査波形発生トリガ信号[同図(c)]として任意波形発生器7aへ送ると共に、垂直同期信号を図2(e)に示す画像取込トリガ信号として画像処理装置6へ送る。なお、画像取込スタート信号は、操作者が上位コントローラ例えばパーソナルコンピュータから、任意のタイミングに信号制御器に入力する信号であり、そのパルス幅はビデオ信号の垂直同期信号の周期の2倍以上である。

#### 【0030】

任意波形発生器7aでは、信号制御器10から走査波形発生トリガ信号を受信すると、あらかじめ波形計算装置11から入力され記憶してある図2(d)に示す二等辺三角状波を発生し、これをアクチュエータドライバ12に送る。

#### 【0031】

アクチュエータ4はアクチュエータドライバ12からの駆動信号によって駆動され、図2(d)の波形に従って対物レンズ5を光軸方向に走査する。画像処理装置6では、これに同期して試料20の超深度画像を取得する。

対物レンズの走査に対してカメラ1の1フレームの撮像スピードが十分に遅いため、各焦点位置においてスキャンされた試料のスライス画像が重なった形で撮像され、画像処理装置6がビデオ信号を画像データに変換し超深度画像を得ることができる。

#### 【0032】

以上の一連の動作において、ビデオ信号[図2(a)]の1周期（カメラ1のフレーム周期）内に、アクチュエータ4を駆動する走査波形である二等辺三角状波[図2(d)]が3つ存在する。それによって、試料の全断面が全てビデオ信号の1フレーム内に露光でき、超深度画像が1枚の画像として得られる。

二等辺三角状波でアクチュエータ4を駆動することにより、変位が時間的に線形となる

ため、試料の断面によって露光時間が均一になり、得られる超深度画像の明るさ情報が正確になる。

【0033】

尚、ビデオ信号1周期内に存在する二等辺三角状波は、少なくとも1つ有ればよく、ビデオ信号の垂直同期信号周期と二等辺三角状波の周期の関係は以下ようになる。

ビデオ信号の垂直同期信号周期 =  $n \times$  二等辺三角状波の周期 (nは整数)

【0034】

また、二等辺三角状波の折返し点において、前出の波形計算装置11が加速度の値を一定に制限するためS字制御による計算を行うことにより、アクチュエータ4や顕微鏡筐体の振動を抑えることのできる二等辺三角状波を生成することができる。

【0035】

図3は、走査波形の周期をビデオの垂直同期信号周期の整数倍にした場合のタイミングチャートである。

図3において、各信号の役割は前出の図2のものと同様である。ここでは、アクチュエータ4を操作する二等辺三角状の走査信号(d)の周期をビデオ信号の垂直同期信号周期(a)の整数倍にすることにより、アクチュエータ4の1走査の間に各焦点位置に対するスライス画像を得るようにしている。これら複数枚のスライス画像の画像データを前出の画像処理装置6により積算または平均化すると超深度画像が得られる。つまり、試料の断面の明るさ情報が均一であるため、積算または平均化されていく画像をリアルタイムに観察することができる。これは、主として暗い(反射率の低い)試料を観察する場合に有効である。

【0036】

なお、本発明は、上記実施例に限定されることなく、その本質から逸脱しない範囲で更に多くの変更、変形をも含むものである。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明に係る3次元共焦点レーザ顕微鏡システムの一実施例を示す構成図である。

【図2】本発明に係る各信号のタイムチャートである。

【図3】走査波形の周期をビデオの垂直同期信号周期の整数倍にした場合のタイミングチャートである。

【図4】従来の共焦点顕微鏡の一例を示す構成図である。

【図5】図4の共焦点顕微鏡が取り扱う各信号のタイムチャートである。

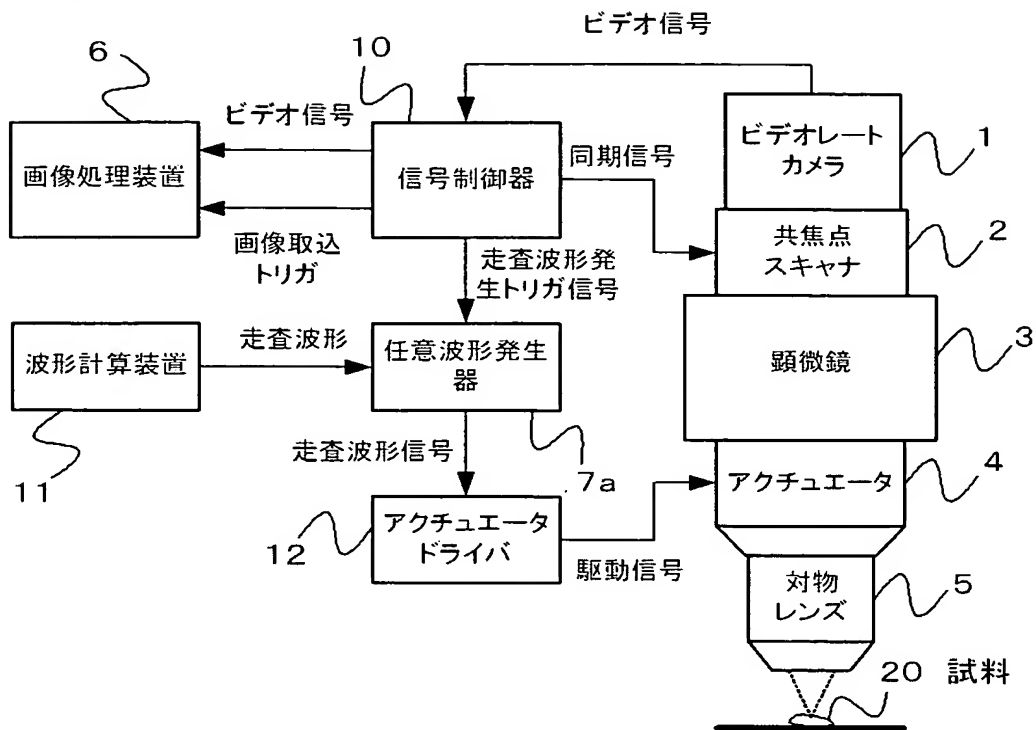
【符号の説明】

【0038】

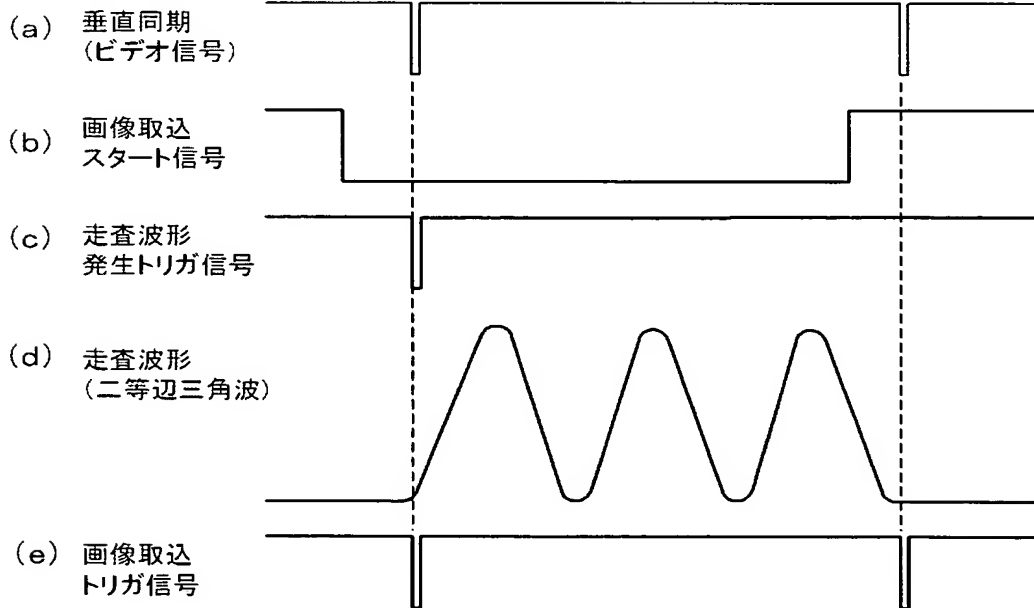
- 1 ビデオレートカメラ
- 2 共焦点スキャナ
- 3 顕微鏡
- 4 アクチュエータ
- 5 対物レンズ
- 6 画像処理装置
- 7 a 任意波形発生器
- 10 信号制御器
- 11 波形計算装置
- 12 アクチュエータドライバ
- 20 試料



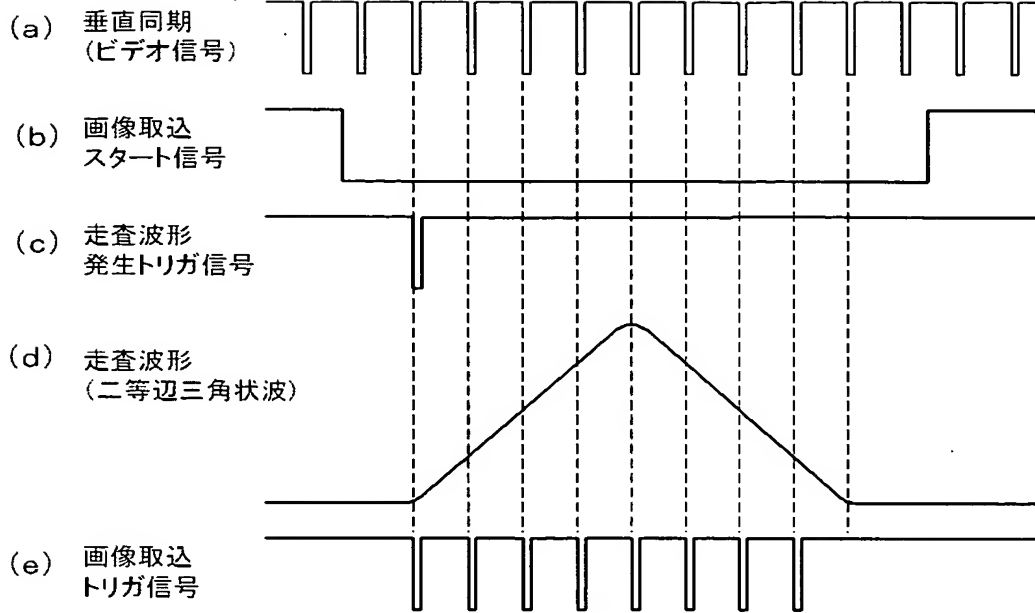
【書類名】図面  
【図 1】



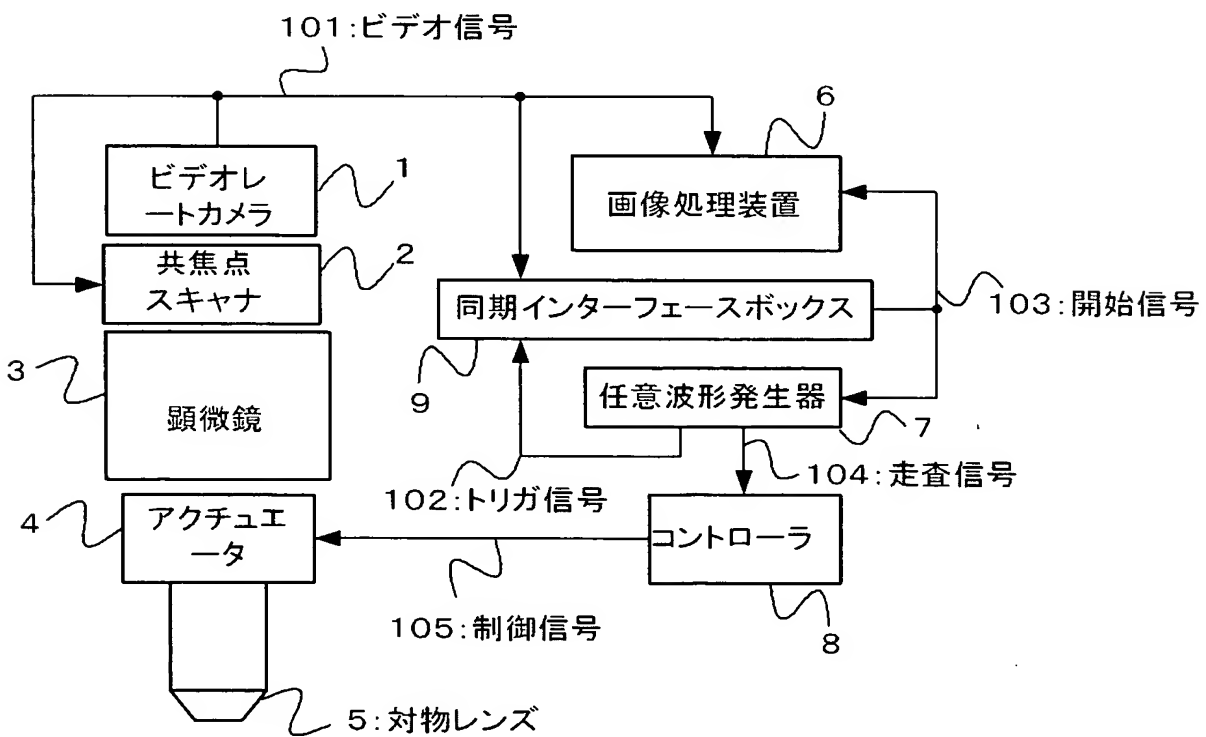
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

ビデオ信号 101

内部A信号

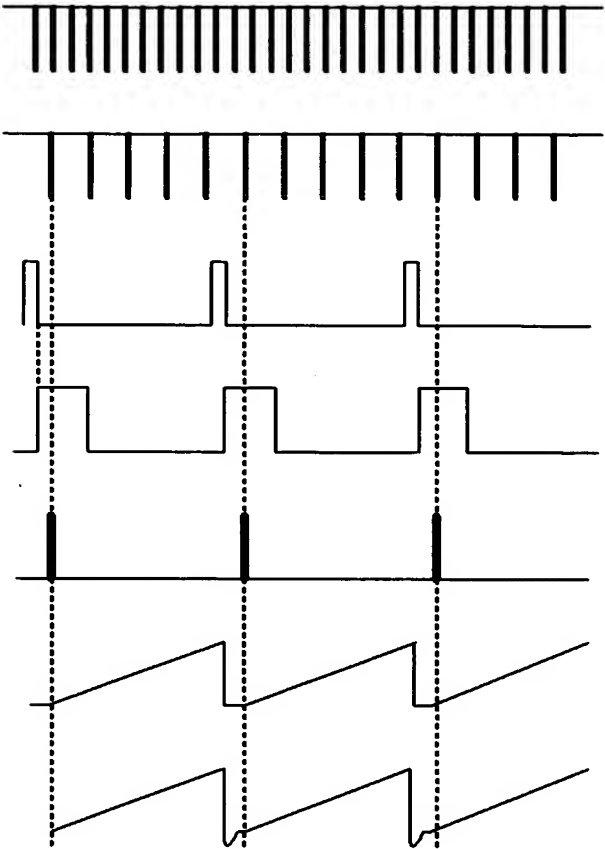
トリガ信号102

内部B信号

開始信号103

走査信号104

アクチュエータ  
位置信号105



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 対物レンズを高速に走査することによって、リアルタイムで試料の超深度画像を得ることのできる 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システムを実現する。

【解決手段】 試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、前記ビデオレート信号を画像データに変換する画像処理装置と、顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を発生する制御手段を備え、試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システムであって、

前記制御手段は、前記ビデオ信号の垂直同期信号周期内で前記走査波形信号を少なくとも 1 回発生するようにしたことを特徴とする 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

## 【選択図】

図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-303851
受付番号	50301420132
書類名	特許願
担当官	北原 良子 2413
作成日	平成15年 9月 5日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 8月28日

特願 2 0 0 3 - 3 0 3 8 5 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 5 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号

氏 名

横河電機株式会社